3D 电影摄影基本技术操作参数的选择与计算方法

中国电影科学技术研究所 孙延禄

【摘要】本文列举了 3D 电影摄影过程中的诸多技术参数。重点讨论了主要技术操作参数的选择与计算方法。强调了用移轴法实现摄影光轴汇聚的优越性及其可行性。

【关键词】3D 电影摄影 3D 摄影光轴汇聚 移轴法光轴汇聚 3D 摄影基线 立体窗口

电影画面创作是一种以娴熟技术为基础的艺术创作。为了使电影摄影师在拍摄现场能以主要精力和时间处理艺术创作，电影技术工作者应当研究如何利用现代技术手段简化电影摄影师的技术性操作，使之变得更快捷，技术质量更可靠。对于普通 2D 电影摄影，本文作者曾提出过一种快速确定有关技术参数的计算方法（见文献［1］）。3D 电影摄影要表现三维空间内的景物深度，比 2D 电影摄影的技术性操作更为复杂，因此，这方面的研究具有更为重要的现实意义。

基于双眼视觉原理的 3D 电影的“立体画幅对”基本上有三种获得方法：（1）使用专用的 3D（胶片或数字）电影摄影机直接拍摄；（2）利用计算机立体动画技术生成；（3）将单个 2D 电影画幅通过计算机处理，生成所需的立体画幅对。显然，对于大多数故事片立体电影来说，使用 3D 电影摄影机直接拍摄仍然是不可或缺的主要方法。

一、3D 电影摄影的基本技术参数

在 3D 电影画面拍摄过程中，必然要涉及到比 2D 电影拍摄更多的技术参数。这些参数大体上也可分为两类：一类是属于艺术创作范畴的对画面特性的要求，我们称之为“画面特性参数”；另一类则是电影摄影师对摄影机，摄影物镜乃至被摄体位置等进行操控的变量，我们称之为“技术操作参数”。

1、画面特性参数

①画面景别

它是导演和摄影师艺术创作的重要造型手段之一。他们通过画面景别的选择，前后排列，段落组合和有机运用形成极强的造型效果。画面景别通常是指被摄主体在画面中所呈现的范围，亦即主体景物的成像比例（β）。通常令 $\beta = 1/M_j$，在大多数情况下，M_j 是一个大于 1 的正整数。摄影师要根据所用摄影机片窗（或成像靶面）的尺寸，合理选择所拍镜头的画面景别。对于 35mm 常规电影来说，各种景别所对应的 M_j 的值大致如下：特写约为 25，近景约为 50，中景约为 100，全景约为 200，远景约为 400 或更大。

②放映时的景物影像纵深分布范围及与之相应的被摄景物实际纵深分布范围

这是 3D 电影摄影不同于 2D 电影摄影的主要方面。由于观众在观看立体电影时虽然其双眼均聚焦于银幕表面，但其双眼汇聚点的位置则有可能位于观众厅空间中的不同位置：既可以位于银幕表面，也可以位于银幕的前方或后方。所呈现的“幕后影像最远点”与“幕前影像最近点”间的距离（$D_2 - D_1$）即为景物影像在纵深方向的分布范围。与之相

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

VISIT…

应的被摄景物纵深分布范围为（L_{C2}－ L_{C1}）。其中 L_{C1}、L_{C2} 为与 D_1 和 D_2 相对应的最近及最远物点与摄影物镜间的距离。

为此，摄影师必须在拍摄每个镜头时，根据所要呈现的空间深度，选定幕后影像最远点与观众厅内最佳看片位置间的距离 D_2 及幕前影像最近点与观众厅内最佳看片位置间的距离 D_1。而 L_{C2} 和 L_{C1} 的值则可以在拍摄现场选定，也可以根据其他已知条件计算得出（以下将作详细讨论）。

这里需要说明的是观众厅内最佳看片位置应如何理解和选定。根据文献［2］的论述，观众厅内最佳看片位置系指观众厅内的某排中央位置，从该位置看银幕影像既能获得最为适中的（相互制约的）影像视角与清晰度，而且所看到的银幕影像透视关系也最接近于实际拍摄场景中的景物透视关系。它与银幕间的距离 V 可如下求得：V= kf，其中 k 是放映线放大率（对于胶片电影来说，通常约为 400 左右）；f 为拍摄时所用基本摄影物镜的焦距。基本摄影物镜的焦距推荐值 f_{op} 为 40mm。据此可选定 V ≈16m~ 20m。显然可见，在选择 D_2 和 D_1 的值时，应使 D_2 大于 V，D_1 小于 V，或者给出 D_1/ V 和 D_2/ V 的相对值。

上述基本摄影物镜的定义可表述为：“它是能使所拍摄影片在观众厅内放映时银幕影像透视中心与银幕影像最佳观看点（或两者在水平面上的投影点）相重合的摄影物镜”，“它是摄影定焦物镜系列中居主要地位的、优先选用的、从统计角度上说使用频率最高的摄影物镜”（详见文献［3］）。

③最佳光圈数 N（曝光量 Et）

它是根据对所拍摄影像的艺术处理要求、拍摄现场的照明状况及感光胶片（或感光器件）的感光度而确定的。

2、主要技术操作项目与技术操作参数

在利用双镜头 3D 电影摄影机进行拍摄时，技术性操作项目及参数可概括为以下 4 个方面：

①物镜光轴汇聚调节

在双镜头立体摄影系统中，射入摄影机的左右两路光线的光轴必须能够相互交叉（通称为“汇聚”或“会聚”），且其交叉角（汇聚角）可以在一定范围内得到调节。

实现物镜光轴汇聚的方法有两种，设计 3D 摄影设备时应当优先选择其中最合理的一种。

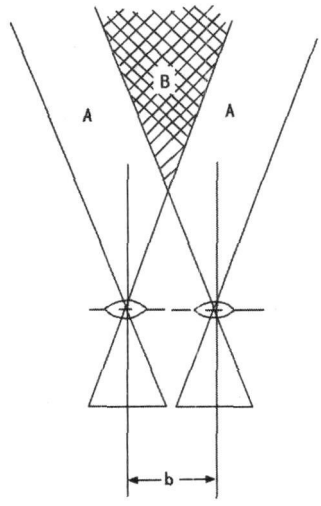

图 1

如图 1 所示，在拍摄立体电影时，如果两台摄影机光轴平行且其间距为 b。由于两物镜视场不完全重合，有相当大一部分位于 A 区域内的景物只能被其中一台摄影机拍到，而能够构成立体画幅对的视场范围只在 B 区。而且，这样得到的画幅对如果画幅四周重合，则其中心点也必然重合，它们并未能反映出物点在无穷远处。为了解决上述问题，有两种方法可供选择：一种是两台摄影机各自绕本机摄影物镜主点向内旋转一定角度（见图 2）；另一种方法是在保持两台摄影机不动的情况下，每个摄影物镜光轴向内平移一小段距离 h，并继续保持两光轴的平行性。这时两物镜光轴间距减小为 b– 2h（见图 3）。

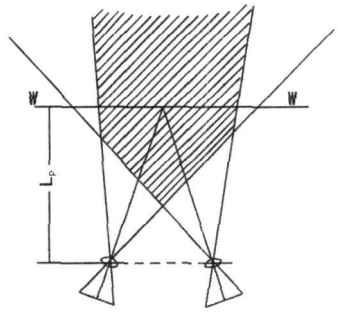

图 2

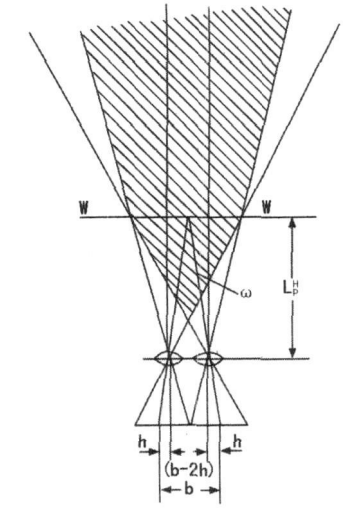

图 3

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

图2及图3中，通过片窗中心的两条光线相交于一点。通过此点作一平面w（图中为直线ww）使之与两光轴所决定的平面垂直。在平面w上与摄影机片窗（或靶面）相对应的范围称为“立体窗口”。它对于立体摄影来说，是一个重要概念。虽然它在拍摄现场不是清晰可见的，但在放映时却和银幕上的有效画面区相对应。

显然，旋转物镜光轴的方法（以下简称“转轴法”）有明显缺点，因为此时与左右两画幅对应的立体窗口的形状均变为楔形（见图4），而且左右两立体窗口互不重合。位于立体窗口平面内的景物在左右两画幅内不仅有水平视差，且还有垂直视差。此外，影像边缘的清晰度也必然下降。这种情况是我们所不希望的。采用平移物镜光轴的方法（以下简称“移轴法”）时，左右两画幅对应的立体窗口形状为矩形而且相互重合。这是十分理想的。

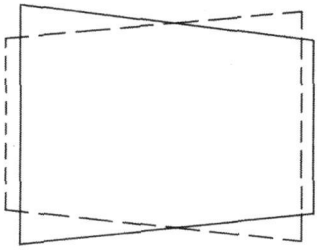

图4

通常，把确定立体窗口位置的过程称为“汇聚调节”。由以上讨论可知，用移轴法实现物镜光轴汇聚是拍摄立体电影时的最佳选择。这时摄影物镜对焦平面（即立体窗口平面），物镜主平面和胶片（或光电传感器）感光平面三者始终是平行的。

本文以下的所有讨论和计算均是按移轴法实现会聚的情况来考虑的。

根据文献[4]的推导，用移轴法实现汇聚时，立体摄影基本参数方程可表示为：

$$L_P^H = (bf) / (HP_\infty) \quad (1)$$

其中L_P^H是立体窗口距（它是由立体窗口平面至摄影物镜主平面间的距离）；

b是立体摄影基线长度（它是指两摄影物镜并列平行光轴间的原始距离（此时，左右光轴分别通过左右片窗或靶面的对称中心）；

f是摄影物镜焦距；

P_∞是银幕上无穷远点在影片上的水平视差。$P_\infty = e/k$，其中e为人类左右两眼瞳间距的平均值（约65mm）；k为放映放大率（对于胶片电影来说，约等于400）；

H为一系数，称为“空间比例夸张系数”（简称夸张系数），其定义为：

$$H = (P_\infty + X) / P_\infty \quad (2)$$

其中X为采用移轴法实现会聚时，两摄影物镜光轴在横移P_∞后的附加补充移动量。H可以等于1，但在多数情况下H大于1。H=1时按固定线性比例关系表现景物的纵深空间。H>1时（即X为正时）不再按固定线性比例关系，此时视差为P_∞的物点并不真在无穷远，而是移近到与物镜相距L_h处。也就是说，位于立体窗口距L_P^H与L_h之间的有限距离在放映时将感觉被拉长了，其间景物的影像将位于幕面和无穷远之间。

利用给定的D_2，D_1的值和与之相应的L_{C2}和L_{C1}的值，可以计算出相应的H的值（详见以下的计算实例）。

两个物镜光轴的平移量总和为$2h = HP_\infty$ (3)

由图3可见，两物镜光轴汇聚角$\omega = 2\mathrm{Arctg}[(b/2 - h) / L_P^H]$ (4)

立体摄影基线长度b的大小关系到未来影像再现时观众所获得的深度感。在一定限度内，b值越大，深度感也越强，但两者绝非正比关系。过大的b值有可能引起观众的视觉疲劳、景物变形、甚至左右影像得不到融合。

近年来，众多立体电影的摄影实践都证明：随着“立体影像线比率”m（它是银幕影像区宽度与立体窗口宽度之比，亦即景物空间影像的宽度放大系数，详见文献[4]）的增大，立体摄影基线长度b必须相应减小。例如，用于拍摄影片“阿凡达”的Fusion3D摄影机的基线长度b曾选为51mm，部分镜头拍摄时曾选为8.5mm。

本文下面“3D电影摄影基本技术操作参数的计算方法”一节中，将通过计算实例证明：在f，L_P^H几个参数均不改变的条件下，适度减小摄影基线长度b，有利于拍摄实际景物中更大的纵深范围。

②物镜焦距的选择与对焦距离调节

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

在3D电影摄影中，对焦距离U应等于立体窗口距L_P^H，即

$$U = L_P^H = (bf) / (HP_\infty) \quad (5)$$

此外，根据摄影光学和文献[1]，对焦距离U和反映画面景别的参数M_j有如下关系:

$$U = f(1 + M_j) \quad (6)$$

从(4)和(5)式应当相等的关系，可得

$$L_P^H / f - 1 = M_j \quad (7)$$

由(6)式可见，M_j和L_P^H及f是相关的。三个参数中任意给定两个，第三个亦即确定。例如在f已确定的条件下，每给定一个L_P^H，就有一个与之一相应的M_j；或者在L_P^H已确定的条件下，每给定一个f，就有一个与之一相应的M_j。

③景深范围控制——光圈数N的再调节

摄影师还必须考虑到：光圈数N值不仅影响胶片或靶面所接受的曝光量，而且在摄影物镜焦距f和对焦距离U均已确定的条件下，还直接影响摄影物镜此刻的景深范围。在进行3D电影摄影时，这一点也应给于一定关注。务求能满足下列关系式:

$$R \leqslant L_{C1} < U \quad (8)$$

$$U < L_{C2} \leqslant S \quad (9)$$

其中L_{C1}，L_{C2}——与D_1和D_2相对应的最近及最远物点与摄影物镜间的距离。

R，S——此刻摄影物镜的景深前界和景深后界。它们的值均和N有关(详见文献[1])。在拍摄现场，为了使上述两个条件得到满足，往往需要对光圈大小作必要的二次重新调整。

④变焦调节

3D电影摄影中很少使用变焦距镜头。但在某些特殊拍摄情况下，使用变焦距镜头拍摄就成为有意义的。例如，在进行推拉摄影时为了使所拍摄的影像不产生严重变形，就有在推拉过程中连续改变镜头焦距的要求。如文献[4]所述，景物影像的深度放大系数m_d与其宽度放大系数m_w之间的关系可表示为:

$$m_d = m_w^2 (Vb / kef) \quad (10)$$

由上式可见，如果用推摄方法使某一景物的影像宽度增大为原来的n倍，则影像的深度增加为原来的n^2倍。显然，这将引起严重的景物形状失真。为保持景物影像形状不变，只能在推摄过程中同步增大f的值，直至为其初始值的n倍。当然，也可以在采用定焦距镜头的情况下，在推摄过程中同步地连续减小b的值，直至减小为其初始值的1/n。

二、3D电影摄影基本技术操作参数的计算方法

以上在(1)式中所列出的有关技术操作参数(b，f，L_P^H，H和h..等)的数学表达式均是在文献[4]中推导出的，限于篇幅，本文不再重复。这些数学表达式表示了这些技术参数间的相互关联性:即根据拍摄要求给定一部分参数后，必须利用计算方法求出与之相应的其他未知相关参数。比较常见的情况有以下两种:

1、第一种情况

给定:(1)拍摄镜头的景别期望值M_Q；(2)影院放映线放大率k；(3)人类眼瞳间距e；(4)幕前影像最近点与观众厅内最佳看片位置间的距离D_1及与之相应的最近物点与摄影物镜间的距离L_{C1}；(5)幕后影像最远点与观众厅内最佳看片位置间的距离D_2及与之相应的最远物点与摄影物镜间的距离L_{C2}；(6)影像的允许模糊圈直径c。

求解:(1)摄影物镜焦距f；(2)立体摄影基线长度b；(3)两物镜汇聚的光轴横移量2h；(4)摄影物镜的对焦距离L_P^H。

计算步骤:(见图5所示计算程序流程图)

1)输入:D_1，D_2，L_{C1}，L_{C2}，银幕上无穷远点在影片上的水平视差P_∞，

($P_\infty = e/k$)，观众厅内最佳看片距离V($V = kf_\varphi$)，影像的允许模糊圈直径c;

2)求胶片上与幕前影像最近点和幕后影像最远点相对应的左、右两影像间的视差P_1^H和P_2^H:

$$P_1^H = P_\infty (1 - V/D_1)$$

$$P_2^H = P_\infty (1 - V/D_2);$$

3)求当前情况下的“夸张系数”H:

$$H = (P_2^H L_{C2} - P_1^H L_{C1}) / [P_\infty (L_{C2} - L_{C1})];$$

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

4) 求摄影物镜的对焦距离 U= L_P^H:

$L_P^H = L_{C1}\ [1- P_1^H/\ (HP\infty)]$ 或

$= L_{C2}\ [1- P_2^H/\ (HP\infty)]$;

5) 输入: f 的初始值 (如 f_{op});

6) 求景别 M_j:

$M_j = L_P^H/f- 1$;

7) 比较 M_j 与 M_Q: 如两者相近, 则继续下一步; 否则重新给 f 赋值;

8) 求立体摄影基线长度 b:

$b= (HP\infty L_P^H)/f$;

9) 求两物镜光轴总平移量 2h:

$2h= HP\infty$;

10) 输入光圈数 N 的初始值;

11) 求超焦距 H_C: $H_C= f^2/N/c$;

12) 求摄影物镜与景深前界间的距离 R 和其与景深后界间的距离 S:

$R= H_CU/ (H_C+ U)$

$S= H_CU/ (H_C- U)$;

13) 检查 L_{C1}, L_{C2} 与景深范围的关系, 如果符合要求, 则执行第 17 步: 输出计算最终结果; 如果不符合, 则进行下一步;

14) 根据有无改变外界照明的可能, 或者执行第 15 步: 调整外界照明后, 重新设定光圈值 N; 或者执行第 16 步: 重新给出 L_{C1} 和 L_{C2} 的值, 并重复有关计算。

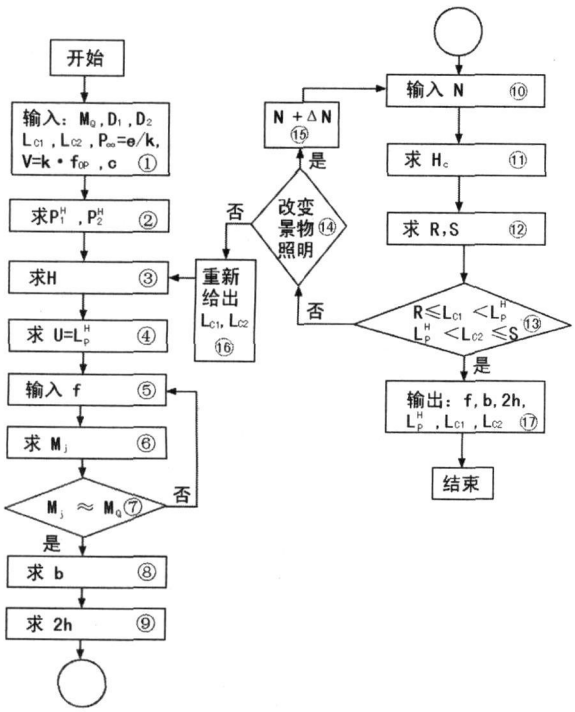

图5

2、第二种情况

给定: (1) 摄影物镜焦距 f; (2) 立体摄影基线长度 b; (3) 影院放映线放大率 k; (4) 人类眼瞳间距平均值 e; (5) 幕前影像最近点与观众厅内最佳看片位置间的距离 D_1; (6) 幕后影像最远点与观众厅内最佳看片位置间的距离 D_2; (7) 所拍摄镜头的景别 (M_j 的数值); (8) 影像的允许模糊圈直径 c。

求解: (1) 两物镜汇聚的光轴横移量 2h; (2) 与 D_1 相应的最近物点与摄影物镜间的距离 L_{C1}; (3) 与 D_2 相应的最远物点与摄影物镜间的距离 L_{C2}。

计算步骤: (见图 6所示的计算程序流程图)

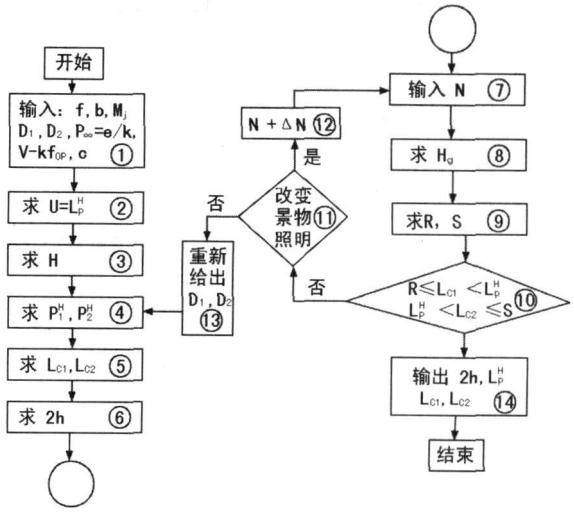

图 6

1) 输入: b, f, M_j, D_1, D_2, P_∞ ($P_\infty = e/k$), V, c;

2) 根据所拍摄镜头的景别 (M_j 的数值) 计算摄影镜头的对焦距离 U:

$U = L_P^H = f\ (1+ M_j)$;

3) 求系数 H:

$H= (bf)\ /\ (P_\infty L_P^H)$;

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

4) 求胶片上与幕前影像最近点和幕后影像最远点相对应的左、右两画面间的视差 P_1^H 和 P_2^H:

$P_1^H = P_\infty (1 - V/D_1)$

$P_2^H = P_\infty (1 - V/D_2)$;

5) 求 L_{C1} 和 L_{C2}:

$L_{C1} = (HP_\infty L_P^H) / (HP_\infty - P_1^H)$

$L_{C2} = (HP_\infty L_P^H) / (HP_\infty - P_2^H)$;

6) 两物镜汇聚的光轴横移量 2h:

$2h = HP_\infty$。

以下各步和第一种情况类似, 故不再重复解释。

3、第二种情况的一个特例

给定: (1) 摄影物镜焦距 f; (2) 立体摄影基线 b; (3) 影院放映线放大率 k; (4) 眼瞳间距平均值 e; (5) 幕前影像最近点与观众厅内最佳看片位置间的距离 $D_1 = V/2$, 其中 V 为最佳看片位置与银幕间的距离; (5) 幕后影像最远点与最佳看片位置间的距离 $D_2 = \infty$;

(6) 所拍摄镜头的景别 M_j。

求解: (1) 对应于 D_1 的景物范围前界 L_q; (2) 对应于 D_2 的景物范围后界 L_h。

计算步骤:

1), 2), 3) 几步和第二种情况完全相同, 这里不再重复。

4) 已知 H, L_P^H, 按以上已导出的算式, 可直接求得:

$P_1^H = -P_\infty$

$P_2^H = P_\infty$;

从而可进一步求得:

$L_q = (HL_P^H) / (H + 1)$

$L_h = (HL_P^H) / (H - 1)$;

5) 求两物镜汇聚的光轴横移量 2h: $2h = HP_\infty$。

计算实例:

给定: b 先后取两个不同的数值:

b= 65mm 和 b= 30mm

f= 40mm; k= 400; e= 65mm; M_j= 150;

$D_1 = V/2$; $D_2 = \infty$;

计算结果:

当 b= 65mm 时: H= 2.65; L_P^H= 6040mm; 2h = 0.43mm。

L_q = 4385mm; L_h = 9700mm; $L_q - L_h$ = 5315mm。

当 b= 30mm 时: H= 1.22; L_P^H= 6040mm; 2h = 0.198mm。

L_q = 3319mm; L_h = 33494mm; $L_q - L_h$ = 30175mm。

b= 30mm 时比 b= 65mm 时, $L_q - L_h$ 的值明显扩大。

由本计算实例可见, 在 f, L_P^H 等参数均保持不变的条件下, 减小摄影基线长度 b 及与之相应的 2h 可以有效扩大所拍摄景物的实际纵深范围。

三、关于 3D 电影摄影机

3D 电影摄影机与普通 2D 电影摄影机的主要不同点在于:

(1) 它必须有能生成具有双眼视差的两个影像的光学系统 (多数为有多种构建方案的双镜头成像系统; 也有由单个物镜与棱镜或反射镜组合而成的复合成像系统); 立体摄影基线长度 b 应能在一定范围内 (参考值为 5mm~ 110mm) 进行选择, 并有连续调节之可能。

(2) 在双镜头立体摄影系统中, 为了不产生立体窗口的梯形失真及垂直视差, 应优先选用移轴法进行光轴汇聚。为此, 可设计具有特殊结构的镜头座, 并利用计算机控制微型步进电机, 实现两物镜光轴同步微量横移。

(3) 在双镜头立体成像系统中, 两个摄影镜头除基本光学参数和成像质量一致外, 在拍摄过程中应能同步调焦, 同步调节光圈以及同步变焦。

(4) 为了在拍摄过程中能及时检验立体效果, 提高拍摄质量, 先进的 3D 摄影机都应配有双目立体取景和监视装置。

四、结束语

(1) 为了提高 3D 电影画面的拍摄质量, 有必要从理论与实验两个方面研究 3D 电影摄影的基本规律。本文只是从理论分析角度论证了 3D 电影摄影基本技术参数的选择与计算方法, 其正确性和实用性需要在实验拍摄中得到检验及修正。(下转第 58 页)

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

图 9 遥控器面板

可使用遥控器或投影机顶部的按键对投影机进行操作。使用遥控器可对投影机执行所有操作，而投影机上的按键只能对投影机执行部分操作。按键功能如下:

1、电源键: 按下此键打开(启动)/关闭投影机。

2、上光标键。

3、右光标键。

4、左光标键。

5、下光标键。

使用这四个按键来选择菜单的项目、设定，调整设定或者转换显示类型。

6、确认(ENTER)键: 按下此键可以选择高亮度菜单项目或者确认一个需要更改的设定。

7、梯形校正(Keystone)键: 校正图像产生的梯形。

8、调整镜头变焦($Zoom^+$)键: 放大画面。

9、调整镜头变焦($Zoom^-$)键: 缩小画面。

10、菜单(MENU)键: 按下此键来显示或者隐藏 OSD(屏幕显示)控制菜单。

表 1

LED 指示灯类别	LED 灯的工作状态	LED 灯的闪烁频率	投影机的工作状态
电源指示灯	不发光	不发光	电源开关关闭
	橙色、闪烁	0.5 秒	停机后的冷却过程
	绿色、闪烁	0.5 秒	启动过程
	橙色、常亮	不闪烁	待机
	绿色、常亮	不闪烁	电源开关打开
报警指示灯	不发光	不发光	工作正常
	红色、闪烁 1 次(重复)	0.5 秒发光/2.5 秒不发光	灯室上盖没盖好
	红色、闪烁 2 次(重复)	0.5 秒的频率闪烁 2 次，停止发光 2 秒	温度方面的故障
	红色、闪烁 3 次(重复)	0.5 秒的频率闪烁 3 次，停止发光 2 秒	电源方面的故障
	红色、闪烁 4 次(重复)	0.5 秒的频率闪烁 4 次，停止发光 2 秒	风扇方面的故障
	橙色、常亮	不闪烁	按键锁定(按下键时)
	不发光	不发光	待机(节电)
	绿色、常亮	不闪烁	待机(正常)
放映光源灯泡(LAMP1 和 LAMP2)指示灯	不发光	不发光	关掉灯泡电源
	红色、闪烁	0.5 秒	灯泡寿命即将结束
	红色、闪烁 1 次(重复)	0.5 秒发光/2.5 秒不发光	没安装灯泡
	红色、闪烁 6 次(重复)	0.5 秒的频率闪烁 6 次，停止发光 2 秒	灯泡故障
	橙色、闪烁	0.5 秒	冷却灯泡
	绿色、闪烁	0.5 秒	启动点亮灯泡的过程
	红色、常亮	不闪烁	灯泡寿命结束
	橙色、常亮	不闪烁	待机工作模式
	绿色、常亮	不闪烁	正常工作模式

(上接第 22 页)

(2) 为了提高 3D 电影的拍摄质量，需要在硬件与软件两个方面都有所投入。为了在拍摄过程中能实现移轴法汇聚，应对摄影镜头座的结构及光轴移动量控制方法进行研究；为了能在拍摄现场快速计算出所需操作参数，必须研发出适用于便携式计算器的计算程序。

(3) 从本文所引用的计算式中可以看出，3D 电影摄影多个技术操作参数值(b，2h 等)与 3D 画幅放映放大率 k 密切相关。为了保证 3D 电影画面的再现质量，通过适当的技术管理文件规范 3D 画幅放映放大率 k 是必要的。影院必须根据规范的放映放大率和自身的具体情况，选定合格的放映物镜焦距。

参考文献

[1] 孙延禄. 一种快速确定电影摄影基本技术参数方法与计算程序. 影视技术，1999 年第 2 期

[2] 孙延禄. 70 毫米巨幅电影特点及其基本摄影物镜焦距的选择. 影视技术，1998 年第 10 期

[3] 孙延禄. 对 70mm 巨幅电影基本摄影物镜焦距值及其画面构图特点的再探讨. 影视技术，2000 年第 3 期

[4] 孙延禄. 立体电影摄影的基本规律及立体电影摄影机. 影视技术，2003 年第 6- 8 期

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net